

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Institutionen för markvetenskap
Avd för hydroteknik
750 07 UPPSALA 7

BIBLIOTEKET

KVÄVE OCH FOSFOR I SÄVJAÅN

NILS BRINK

STENCILTRYCK NR 41

**INSTITUTIONEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK
UPPSALA 1969**

Institutionen för lantbrukets hydroteknik delger bl. a. i sin tidskrift *Grundförbättring* resultat från institutionens olika verksamhetsgrenar. Allt material blir emellertid inte föremål för tryckning. Undersökningsresultat av preliminär natur och annat material som av olika anledningar ej ges ut i tryck delges ofta i stencilerad form. Institutionen har ansett det lämpligt att redovisa dylikt material i form av en i fri följd utarbetad serie, benämnd stenciltryck. Serien finns endast tillgänglig på institutionen och kan i mån av tillgång erhållas därifrån.

Adress: Institutionen för lantbrukets hydroteknik, 750 07 Uppsala 7

Stenciltryck

Nr	År	Författare och titel
1—12		Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson. Redogörelse för resultaten av täckdikningsförsöken åren 1951—1962.
13—15		Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av täckdikningsförsök och bevattningsförsök åren 1963—1965.
16	1940	Gunnar Hallgren. Dalgångarna Fyrisån-Östersjön; några hydrotekniska studier.
17	1942	Gunnar Hallgren. Om sambandet mellan grundvattenståndet och vattennivån i en recipient.
18	1943	Gunnar Hallgren. Om sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning.
19	1952	Sigvard Andersson. Kompendium i agronomisk hydroteknik. Elementär hydromekanik.
20	1952	Sigvard Andersson. Kompendium i agronomisk hydroteknik. Tabeller och kommentarer.
21	1960	Sigvard Andersson. Kapillaritet.
22	1961	Sigvard Andersson. Markens temperatur och värmehushållning.
23	1962	Waldemar Johansson. Bevattningsförsök i potatis, korn och foderbetor vid Tönnersa försöksgård 1959—1961.
24	1962	Waldemar Johansson. Metodik och erfarenheter vid användning av hålkort för undersökning av torrlägningsförhållanden och ytsänkning vid Nedre Olandsån.
25	1962	Waldemar Johansson. Utredning för förslag till bevattningsanläggning vid Sör Salbo, Salbohed, Västmanlands län.
26	1963	Sigvard Andersson. Skrivningar i agronomisk hydroteknik.
27	1964	Gösta Berglund och Stig Sjöberg. Undersökning av plaströrstäckdikningar.
28	1964	Aug. Håkansson. Anvisning rörande täckdikning med plaströr av styv PVC.
29	1966	Gösta Berglund. Vattendragsförbundet: Förslag till överenskomelse och stadgar samt något om kostnadsfördelningar.
30	1966	Tryggve Fahlstedt. Kvismaredalsprojektet — en orientering samt Redogörelse för undersökning i syfte att klargöra avkastningens beroende av högvattenstånden i Kvismare kanal.
31	1966	Gunnar Hallgren. Vattenrätt.
32	1966	Nils Brink. Hydrologi.
33	1967	Yngve Jonsson. Ytplanering med planersladd.
34	1967	Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av 1966 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök.
35	1967	Ulrich Nitsch. Om östersjövattnets användbarhet för bevattningsändamål.
36	1968	Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av 1967 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök.
37	1968	Nils Brink. Ansvarsfördelningen vid underhåll av vattendrag inom Sagåns vattensystem.
38	1968	Aug. Håkansson, Waldemar Johansson, Tryggve Fahlstedt. Nederbördens storlek och fördelning.
39	1968	Gösta Berglund. Om genomsläppligheten i återfyllning och rörfogar.
40	1969	Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av 1968 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök.

Kväve och fosfor i Sävjaån

Av Nils Brink

Inledning

I tidigare uppsatser och redogörelser (Brink, 1965, 1966a, 1966b; Brink & Widell, 1967) har hydrologiska, hydrokemiska och ekonomiska förhållanden inom Sävjaåns nederbördsområde behandlats. Här skall presenteras material om kväve och fosfor för fyraårsperioden 1963-66. Datamaterialet för tiden 1965-66 har fil.lic. Thorsten Ahl Limnologiska institutionen i Uppsala ställt till förfogande.

Hydrologi

Nederbördsområdets omfattning och provplatsernas läge framgår av kartan (fig. 1). Arealuppgifter framgår av tabell 1 och hydrologiska förhållanden av tabell 2. Som jämförelse har angivits genomsnittsvärden för Uvlunge vid Fyrisån (Tamm, 1959). Det kan tilläggas att avrinningsmätningarna är ofullständiga under 1965 och att inga sådana utförts under 1966. Tamms (1959) formel har då använts för uppskattning av avdunstning och avrinning. Man finner att nederbörd och avrinning varierade inom vida gränser samtidigt som differensen, som i stort sett utgör avdunstning, var nära nog oföränderlig under de två åren då fullständiga mätningar gjordes. Årstransporten av kväve och fosfor kan förväntas uppvisa en liknande variation.

Beräkningsmetoder

Beräkningen av ämnestransporten kan ske på olika sätt. Här skall jämförelse mellan fyra olika metoder göras.

Metod 1. Beräkningen bygger på samtida mätningar av vattenföring och koncentration av ämnet vid ett antal tillfällen under året (här var fjärde vecka). Man får

$$T = 31,536 \cdot \frac{1}{a} \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i c_i, \quad (1)$$

där T är transporten i $\text{kg/km}^2 \cdot \text{år}$, a är nederbördsområdets storlek i km^2 , n är antalet observationer, q_i är vattenföringen i l/s och c_i koncentrationen i mg/l.

Metod 2. Beräkningen bygger på täta registreringar (här en gång i veckan) av vattenföringen och mindre täta (var fjärde vecka) mätningar av koncentrationerna. Ett vattenförings-transport-diagram upprättas på basis av de samhörande värdena på vattenföring och koncentration (fig. 2). Ur diagrammet erhålles transporten vid varje känd vattenföring. Ett tidsdiagram upprättas (fig. 3); ytan under kurvan är ett mått på transporten:

$$T = \int_{t_1}^{t_2} f(t) dt, \quad (2)$$

där t är tiden.

Metod 3. Beräkningarna baseras på en uppmätt eller uppskattad årsavrinning och på mätningar av koncentrationer vid ett antal tillfällen (här var fjärde vecka). Man får

$$T = A \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i, \quad (3)$$

där T är transporten i $\text{kg/km}^2 \cdot \text{år}$, A är årsavrinningen i mm, n är antalet observationer och c koncentrationen i mg/l . Vid beräkningen användes sålunda det aritmetiska medelvärdet av koncentrationerna.

Metod 4. Beräkning av årsavrinning och koncentrationer som vid metod 3. I stället för aritmetiska medelvärden användes vägda aritmetiska medelvärden.

$$T = A \cdot \frac{\sum_{i=1}^n q_i c_i}{\sum_{i=1}^n q_i}, \quad (4)$$

där T är transporten i $\text{kg/km}^2 \cdot \text{år}$, A är årsavrinningen i mm, n är antalet observationer, c koncentrationen i mg/l och q vattenföringen (l/s). Vägningen behöver icke nödvändigtvis ske mot vattenföringen vid den aktuella provplatsen.

Jämför man metoderna finner man att metod 2 ger högre värden än metod 1. Detta synes naturligt eftersom man vid numerisk integration inbegriper fluktuationer på grund av varierande vattenföring bättre än vid enkel summering. Av de två övriga metoderna ansluter sig den med vägda medelvärden (metod 4) i regel bättre till metoderna 1 och 2 än den med vanliga medelvärden (metod 3). Tabell 4 är upprättad enligt metod 4; metod 1 eller 2 kan ej användas genomgående emedan avrinningsdata saknas för de två sista åren.

Resultat

Som förväntat är transporten av kväve och fosfor starkt beroende av nederbörden. För ett område med övervägande skog och liten bebyggelse (provplats 2) kan man vid ordinär nederbörd (550 mm) räkna med kanske 250 N och 8 P kg/km² · år. För övriga områden har en tätare bebyggelse (cf. Brink, 1965) återverkat på transporten. Vid ordinär nederbörd kan man här ange 320 N och 16 P kg/km² · år (medeltal för åren 1964-66 på provplatserna 10, 15, 17 och 25). För kvävet del är det sålunda inte fråga om några väsentliga utslag för kulturtillståndet medan det för fosfors del transporteras dubbelt från bebyggda som från obebyggda områden.

Provplats 23 behöver en särskild kommentar. Nederbördsområdet utgöres till övervägande del av åkermark med bebyggelse i randområdena (ca 500 personer). Kloakledningar mynnar i regel i öppna diken som så småningom leder ned till huvudvattendraget (Samnan). En industri-tipp med särskilt gödselupplag finns inom området. Orsakssammanhangen kan på grund av de komplicerade förhållandena inte klaras ut utan ingående undersökningar. Det kan tilläggas att i ett tidigare meddelande (Brink, 1965) transporten av kväve och fosfor under året 1962-63 vid provplats 23 uppgivits vara 173 N och 5,8 P mot 356 N och 17,1 kg/km² · år i tabell 4. Diskrepansen beror på att i det förra fallet höga extremvärden vid ett provtagningsstillfälle uteslutits.

Materialet inbjuder till beräkning av mängden av kväve och fosfor som deponeras i Funbosjön (innesluten av provplatserna 15, 16 och 17; 2,2 km²). Värden baserade på beräkningsmetod 4 ger otillfredsställande överensstämmelse med värden erhållna genom metoderna 1 och 2. På grund härav uteslutes åren 1964-65 och 1965-66 i den fortsatta diskussionen. Metoderna 1 och 2 gav inbördes väl överensstämmande värden. Härnedan gives den årliga deponerade mängden per arealenhet sjöyta och andelen (%) av tillförd mängd som blev kvar i sjön (cf. fig. 2).

År	Oorg N		Tot-N		PO ₄ -P		Tot-P	
	(kg/km ² · år)	(%)	(kg/km ² · år)	(%)	(kg/km ² · år)	(%)	(kg/km ² · år)	(%)
1962-63	5000	31	9300	27	250	33	470	30
1963-64	2800	34	4600	22	210	43	240	26

Det rör sig uppenbarligen om stora kvantiteter kväve och fosfor som tillförts och kvarhållits i sjön; i runt tal 45-90 N och 2,5-5 P kg/ha · år. Som jämförelse kan nämnas att en genomsnittlig gödselgiva i åkerbruk uppgår till 90 N och 25 P kg/ha · år.

Litteratur

- Brink, N., 1965. Jordbrukets roll i naturvattnens eutrofiering. Nord. JordbrForskn., 47, 197-207.
- Brink, N., 1966a. Ansvarsfördelning vid underhåll av vattendrag. Hyg. Rev., 55, 20-29.
- Brink, N. & Jönsson, B., 1966b. Ansvarsfördelningen vid underhåll av vattendrag inom Sävjaåns vattensystem. Stencil, Lantbrukshögskolan.
- Brink, N. & Widell, A., 1967. Eutrophication in a small stream in central Sweden. Schweiz. Z. Hydrol., 29, 333-360.
- Tamm, O., 1959. Studier över klimatets humiditet i Sverige. Kungl. Skogshögsk. Skrifter 32, p. 48. Skogshögskolan Stockholm. (I distribution.)

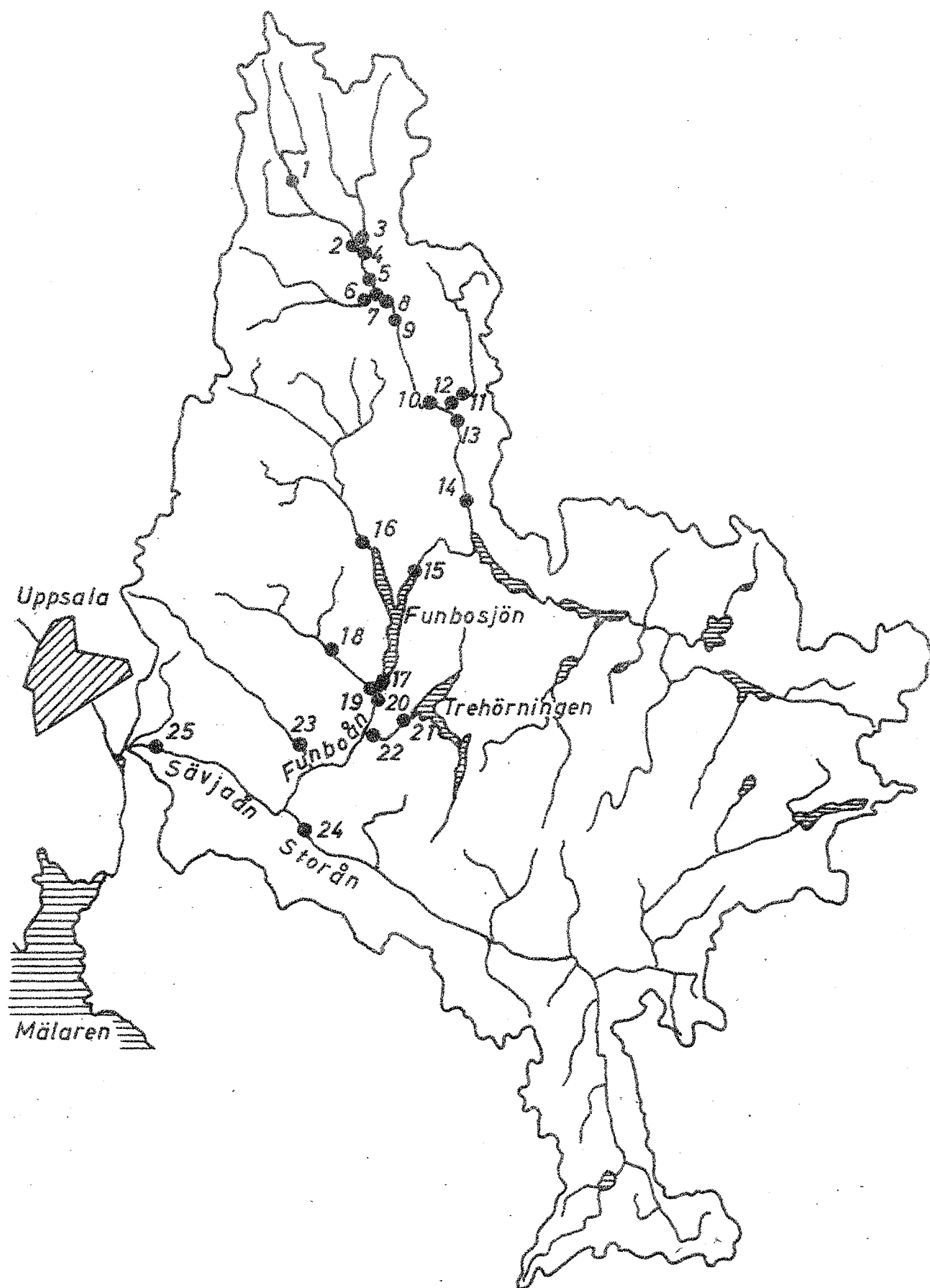


Fig. 1. Karta över Sävjaåns flodområde med provstationer inlagda.

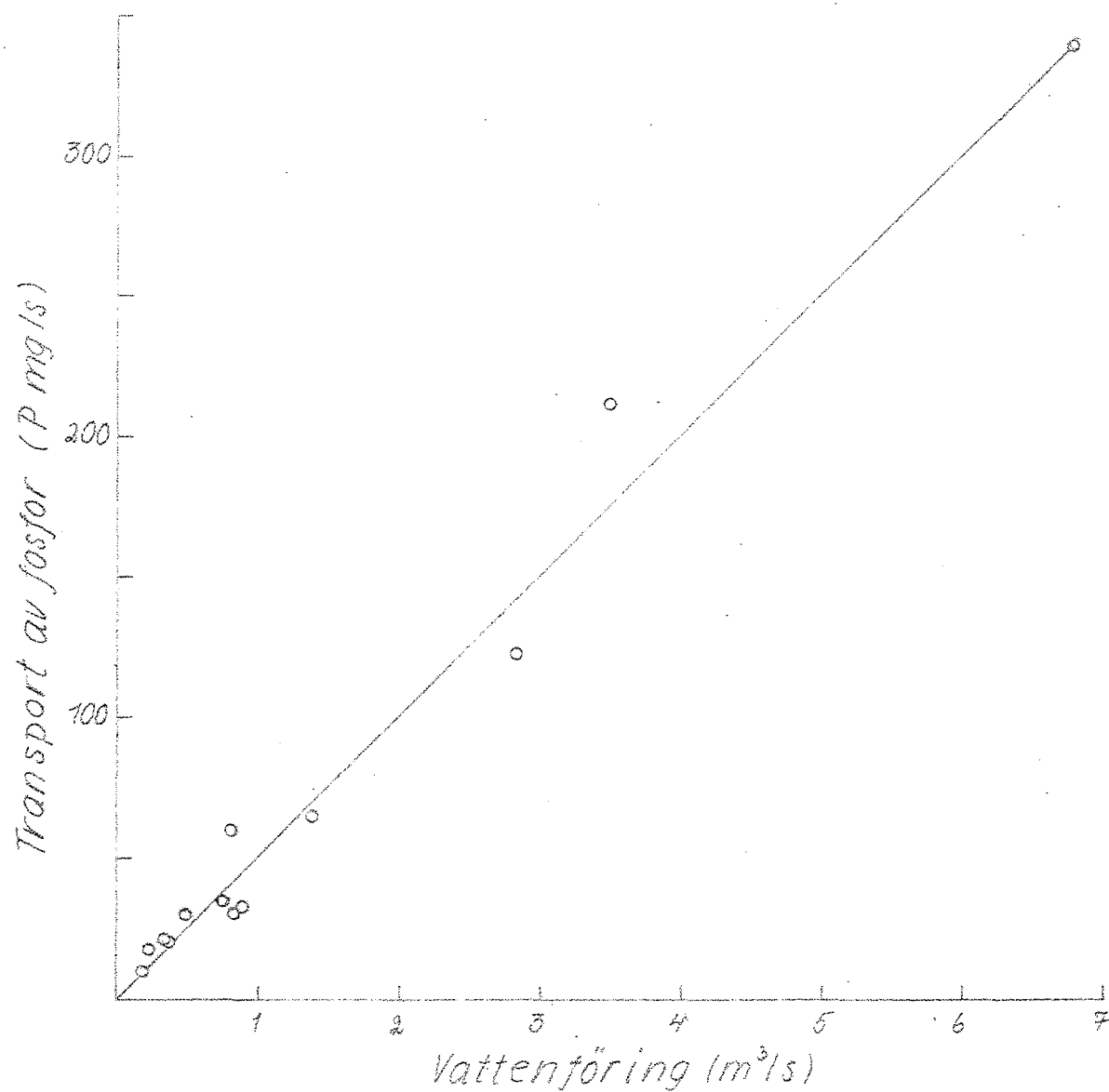


Fig. 2. Transporten av fosfor som funktion av vattenföringen vid provplats 17.

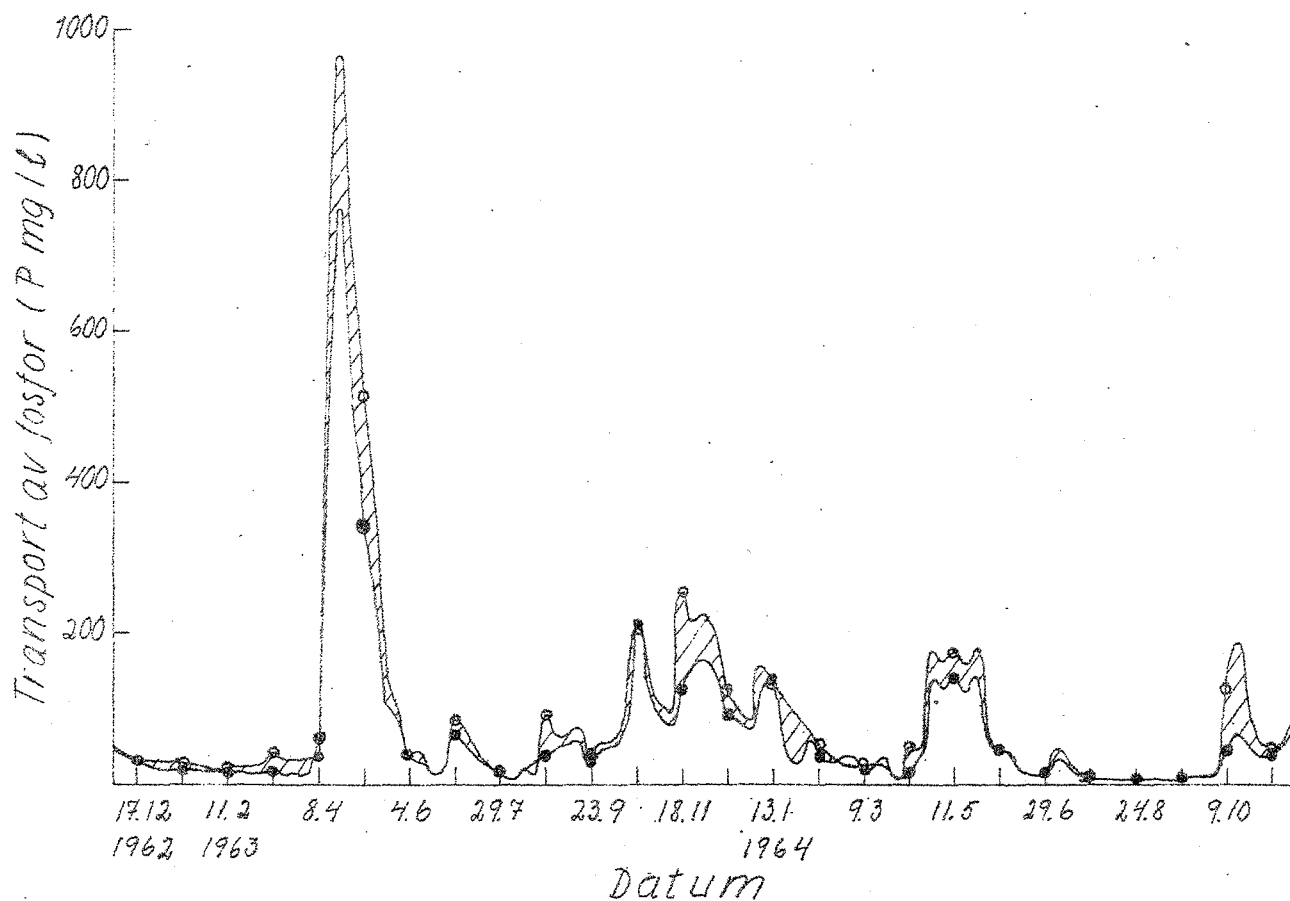


Fig 3 Transport av totalfosfor vid inloppen (o) och utloppet (•) från Funbosjön under åren 1962-1964. Den streckade ytan anger deposition av fosfor i sjön.

Tabell 1. Arealfördelning för nederbördsområdena vid olika provplatser.

Provplats	Areal (ha)	Skog (%)	Aker (%)	Sjö (%)
2	2 500	93,2	5,6	0,6
10	8 870	78,2	21,0	0,2
15	31 350	72,2	24,7	1,5
16	6 300	69,4	28,7	0
17	39 650	70,6	26,1	1,7
23	2 400	23,7	75,5	0
25	72 550	61,3	35,7	1,6

Tabell 2. Meteorologiska och hydrologiska data.

Provplats	Nederbörd ^a (mm)	Avrinning (mm)	Avdunstning (mm)	Temperatur ^b (°C)
<u>1.12.62-30.11.63</u>				
2	434	127	307	4,6
10	434	117	317	
15	434	139	295	
16	434	135 ^c	299	
17	434	131	303	
23	437	125	312	
25	437	140	297	
<u>1.12.63-30.11.64</u>				
2	387	77	310	3,6
10	387	76	310	
15	387	70	317	
16	387	67	320	
17	387	75	312	
23	393	76 ^d	317	
25	393	76	317	
<u>1.12.65-30.11.65</u>				
2,10,15,16,17	598	238 ^e	360	4,8
23,25	551	238 ^e	313	
<u>1.12.65-30.11.66</u>				
2,10,15,16,17	502	163 ^e	339	4,1
23,25	507	163 ^e	344	
<u>1921-1950</u>				
Uvlunge ^f	565	240	325	4,6

^a 2,10,15,16,17: Frötuna (C909); 23,25: Medeltal Ärna (C905), Ultuna (C908) och Frötuna (C909). ^b Ultuna (C908). ^c Medeltal på provplatserna 15 och 17. ^d Skattat värde. ^e Tamms (1959) formel. ^f Fyrisån (areal 26 300 ha).

Tabell 3. Jämförelse av metoder för beräkning av ämnestransporter.

Metod	Transport ($\text{kg/km}^2 \cdot \text{år}$)			
	Oorg N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P
<u>Provplats 15; 1962-63</u>				
1	83	190	4,1	8,5
2	91	213	4,1	9,5
3	67	172	5,1	9,3
4	88	201	4,4	8,9
<u>Provplats 15; 1963-64</u>				
1	41	89	2,7	4,8
2	42	94	2,7	5,0
3	36	81	3,4	5,7
4	41	87	2,7	4,8
<u>Provplats 17; 1962-63</u>				
1	61	141	2,9	6,1
2	75	164	3,0	7,1
3	43	127	3,7	6,9
4	66	154	3,1	6,7
<u>Provplats 17; 1963-64</u>				
1	25	66	1,5	3,5
2	30	70	1,6	3,8
3	23	70	2,1	4,4
4	30	77	1,7	4,2

Tabell 4. Transport av kväve och fosfor.

År	Transport (kg/km ² · år)				Nederbörd (mm)
	Oorg. N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	
<u>Provplats 2</u>					
1962-63	75	194	0,9	5,7	434
1963-64	26	74	0,5	3,2	387
1964-65	105	363	3,1	8,3	598
1965-66 ^a	51	142	4,6 ^b	7,8 ^b	502
<u>Provplats 10</u>					
1962-63	78	181	8,8	14,4	434
1963-64	65	122	4,6	10,1	387
1964-65	208	392	10,5	19,3	598
1965-66 ^a	106	200	8,5	16,3	502
<u>Provplats 15</u>					
1962-63	88	201	4,4	8,9	434
1963-64	41	87	2,7	4,8	387
1964-65	202	373	7,6	17,6	598
1965-66	115	192	6,2	12,7	502
<u>Provplats 16</u>					
1962-63	72	210	5,1	10,0	434
1963-64	62	107	3,1	5,8	387
<u>Provplats 17</u>					
1962-63	66	154	3,1	6,7	434
1963-64	30	77	1,7	4,2	387
1964-65	257	420	7,1	14,3	598
1965-66 ^a	98	185	5,4	10,1	502
<u>Provplats 23</u>					
1962-63	256	356	7,0	17,1	437
1963-64	195	248	3,2	16,5	393
1964-65	832	1034	12,6	32,1	551
1965-66 ^a	330	382	9,5	18,4	507
<u>Provplats 25</u>					
1962-63	115	231	7,8	14,7	437
1963-64	63	111	2,9	6,0	393
1964-65	381	547	8,8	23,8	551
1965-66 ^a	148	244	6,2	14,0	507

^a Vägda mot vattenföringen vid provplats 15. ^b Ett högt extremvärde uteslutet.

Forts. från omslagets andra sida

Nr	År	Författare och titel
41	1969	Nils Brink. Kväve och fosfor i Sävjaån